

## 法兰螺纹连接装配技术

考察内容：同轴度测量、零件装配与调整技术

### 一、任务概述

参赛者需要测量两法兰配合面的形位误差，并对法兰连接结构进行建模仿真分析，计算出保证装配法兰同轴度误差最小情况下所需的螺栓扭矩 ( $3\text{N}\cdot\text{m}\sim 6\text{N}\cdot\text{m}$ ) 及装配相位。经手动安装螺钉，完成法兰装配，并使用千分表和V型块实现同轴度精准测量。图1为上下法兰装配示意图。

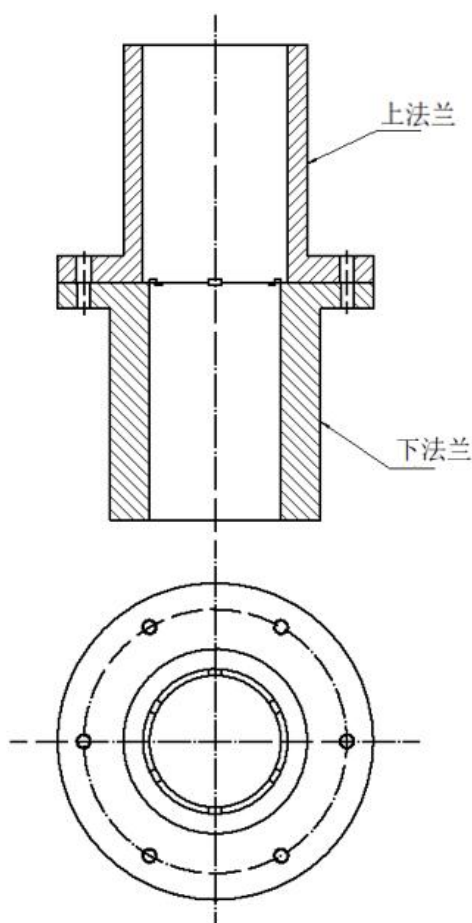


图1 上下法兰装配示意图

### 二、任务细则

#### 1. 法兰参数

下法兰参数如图2所示，材料为Q235钢，在直径100mm的圆周上均匀分布着

六个M6的螺纹孔。将法兰配合端面以六个螺纹孔为角度中心均等分成六个环扇形区域，每个区域过渡处以宽度5mm、深度1mm的槽分隔，其几何形状与尺寸如图2所示。

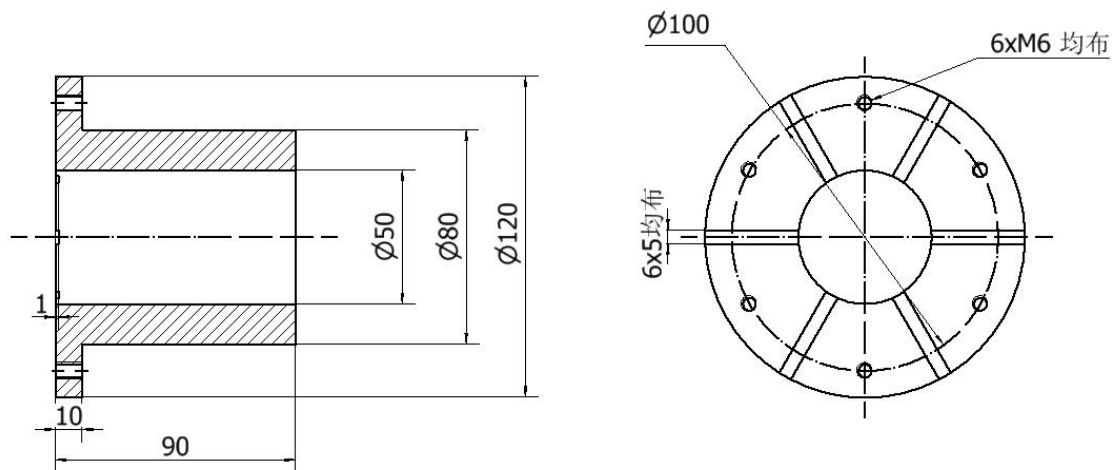


图2 下法兰结构示意图

上法兰参数如下图所示，材料为铝，在直径100mm的圆周上均匀分布着六个直径6.6mm的通孔，该零件将由选手手动安装。将法兰配合处的圆环端面以六个通孔为角度中心均等分成六个环扇形区域，每个区域过渡处以宽度5mm深度1mm的槽分隔，其几何形状与尺寸如下图所示。

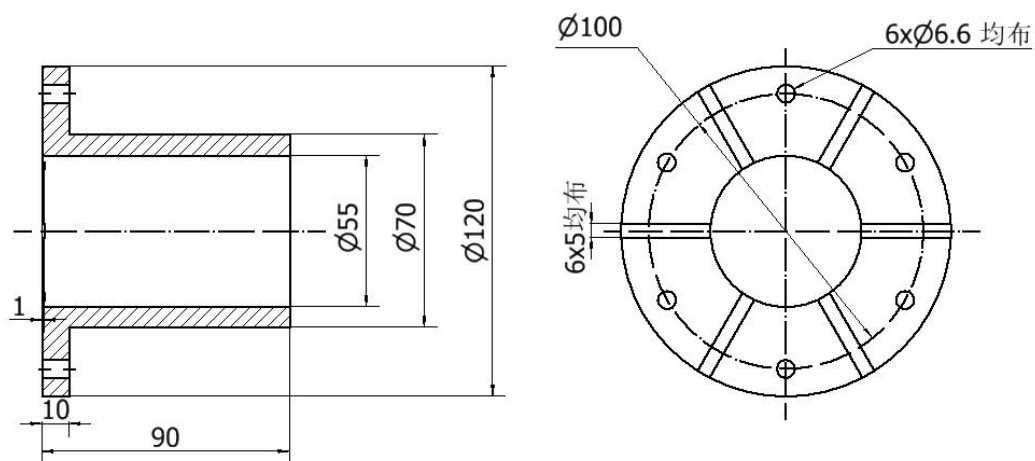
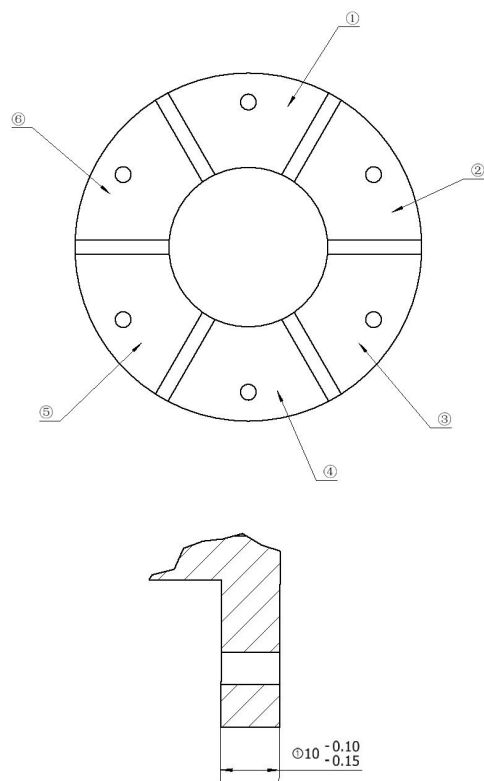


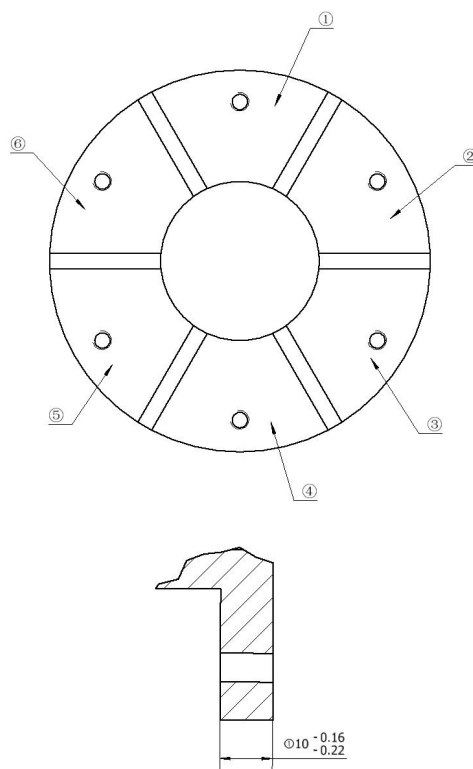
图3 上法兰结构示意图

加工槽将法兰配合面分为六个区域，上下法兰的六个环扇形平面铣削加工出不同的深度，深度从0.1mm到0.3mm不等，铣削后每个区域平面高度的分布如下图所示。



①10<sup>-0.10</sup><sub>-0.15</sub> ②10<sup>-0.15</sup><sub>-0.21</sub> ③10<sup>-0.18</sup><sub>-0.24</sub> ④10<sup>-0.11</sup><sub>-0.17</sub> ⑤10<sup>-0.20</sup><sub>-0.27</sub> ⑥10<sup>-0.16</sup><sub>-0.23</sub>

图4 上法兰铣削加工平面高度分布



①10<sup>-0.16</sup><sub>-0.22</sub> ②10<sup>-0.22</sup><sub>-0.27</sub> ③10<sup>-0.13</sup><sub>-0.19</sub> ④10<sup>-0.24</sup><sub>-0.29</sub> ⑤10<sup>-0.11</sup><sub>-0.16</sub> ⑥10<sup>-0.18</sup><sub>-0.24</sub>

图5 下法兰铣削加工平面高度分布

配合时上下法兰以环扇形面相互配合，因此存在六种装配相位，经测量计算后选择一种相位，再以不同扭矩拧紧螺钉，获得最优同轴度。

## 2. 所需设备

(1) 比赛提供：光学平台；游标卡尺；V型块；千分表；带有智能螺丝刀的螺纹紧固设备或力矩扳手。

(2) 选手自备：装有有限元计算软件的计算机。

## 三、比赛流程

1. 比赛前一天，选手测量法兰相关面的尺寸与误差，测量时间为30分钟，之后对法兰进行理论与有限元仿真计算，并制作文档和答辩ppt，文档要求如下：

- (1) 记录测量的法兰配合面尺寸等相关参数；
- (2) 通过测得的相关数据，对法兰装配进行的理论分析；
- (3) 写出有限元分析过程以及分析结果；
- (4) 文档相关要求根据大赛所提供的模板进行撰写。

2. 比赛当天，每组派2-3人进入比赛区进行装配，30分钟内完成装配；装配完成后到指定位置进行答辩。

## 四、评分标准

选手总得分Z由答辩与文档评分A、装配过程评分B与装配结果评分C构成，三部分满分均为100分，计算方法如下所示：

$$Z=30\%A+20\%B+50\%C \quad (1)$$

### (1) 答辩与文档评分A（30%）

文档内容应具有科学性、创新性，且能清晰地表达设计思路，排版美观。

评委根据给出的要点进行打分，具体要点如下：

|         |
|---------|
| 理论计算分析  |
| 有限元仿真分析 |
| 方案可行性   |
| 创新性     |

答辩时间控制在8分钟内，评委提问3分钟，得分由专家根据参赛队伍提交的报告以及答辩质量现场评定。

## (2) 装配过程评分 B (20%)

得分由裁判根据装配过程中选手操作装配工具与测量工具的熟练程度，规范性对选手进行打分。

## 3. 装配结果评分 (50%)

装配结果评分分为**同轴度测量项**和**时间项**2个方面，同轴度测量项得分由所有参赛队伍实际测量值与最优值间的差值情况决定。时间项得分由所花费的装配时间决定。如式(2)：

$$B = b_1 \times 90\% + b_2 \times 10\% \quad (2)$$

其中， $b_1$ 为同轴度项得分， $b_2$ 为时间得分。

### (1) 同轴度项得分 $b_1$

同轴度项得分 $b_1$ 由所有参赛队伍测得的同轴度数值排名决定。记录各参赛队同轴度测量最大数值为 $m$ ，同轴度最小数值为 $n$ ，本队同轴度测量数值为 $a$ 。

具体测量方法如下：

由评委或志愿者利用千分表测量零件的同轴度，评委、志愿者以及参赛队代表成员确认签字后将测量数值记录，具体如下：

a) 将准备好的V型块固定放置在平台上，以下法兰的轴线为基准，将V型块架在轴肩上。

b) 安装好千分表、表座和表架，调节千分表，使测头与上法兰的圆环面接触，且需有1~2圈的压缩量，在此处调零作为基准并规定为 $0^\circ$ 位置。

c) 对法兰上标记好的E、F、P、Q截面进行依次测量并记录有关数值。测量每个截面时，旋转零件一周，测量并记录E、F、P、Q截面上标记好的 $0^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $120^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $240^\circ$ 、 $300^\circ$ 处千分表数值；

d) 按照上述方法对测得数据进行记录，表格如下所示：

| 位置点         | E     | F     | P     | Q     |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| $0^\circ$   | $e_1$ | $f_1$ | $p_1$ | $q_1$ |
| $60^\circ$  | $e_2$ | $f_2$ | $p_2$ | $q_2$ |
| $120^\circ$ | $e_3$ | $f_3$ | $p_3$ | $q_3$ |
| $180^\circ$ | $e_4$ | $f_4$ | $p_4$ | $q_4$ |

|      |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 240° | $e_5$ | $f_5$ | $p_5$ | $Q_5$ |
| 300° | $e_6$ | $f_6$ | $p_6$ | $Q_6$ |

e) 评委计算最终的法兰同轴度，经过所有参赛队排名，得到最终的同轴度得分 $b_1$

## (2) 时间项得分 $b_2$

由志愿者记录装配过程所用时间，评委根据时间区间进行打分。

## 五、注意事项

1. 参赛选手不可对给定零件进行加工，若经裁判核实违反规定将取消参赛资格；
2. 比赛仅限参赛选手之间进行交流，不得寻求其他人员协助，若经裁判核实违反规定将取消参赛资格；
3. 参赛选手应爱护比赛提供的工具与零件，若故意损坏则需原价赔偿。